

Original document**Disc type transformers - has primary and secondary windings set at intervals to ensure that main part of energy passes through windings**

Publication number: DE4022243

Publication date: 1992-01-23

Inventor: SIKORA GERNOT (DE)

Applicant: SIKORA GERNOT (DE)

Classification:

- international: **H01F27/28; H01F27/28; (IPC1-7): H01F27/28**

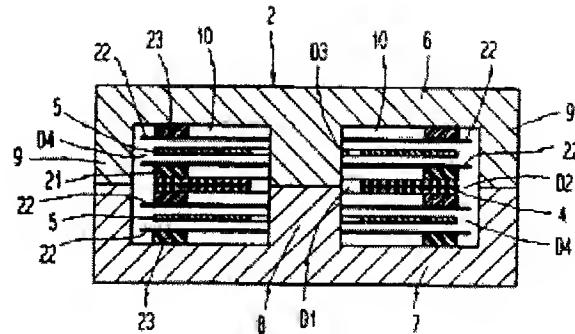
- European:

Application number: DE19904022243 19900712

Priority number(s): DE19904022243 19900712

[View INPADOC patent family](#)[View list of citing documents](#)[Report a data error here](#)**Abstract of DE4022243**

An electrical disc type transformer has a core formed by two 'E' shaped elements (6, 7) that form rectangular section apertures (10) to receive the windings. The primary windings are formed (4) as a planar arrangement on the surfaces of a disc of insulating material. Secondary windings (5) are located on either side of the primary and are isolated by discs (22) that are set at fixed distances and are located on spacers (23). Such transformers can be used in soldering units operating at between 20 and 50 kHz. ADVANTAGE - Provides high efficiency transfer of energy.

Data supplied from the *esp@cenet* database - Worldwide**Description of DE4022243**[Translate this text](#)

Die Erfindung bezieht sich auf einen Scheibentransformator gemäss dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

Aus der Zeitschrift Electronique de Puissance/Power Electronics, Nr. 31, Seiten 46 bis 53, ist ein derart Scheibentransformator bekannt, der für die Übertragung von hohen Leistungen bis zu 2 kW bei Mittelfrequenzen im Bereich zwischen 20 bis 300 kHz und sogar bis 1000 kHz geeignet ist. Bei diesem bekannten Transformator sind sämtliche Wicklungen offene Ringe aus Kupferblechstreifen; Drahtwicklungen werden überhaupt nicht eingesetzt. Eine Begrenzung dieser Transformatoren ist darin zu sehen, dass im allgemeinen nur eine geringe Anzahl von Wicklungen entsprechend der Anzahl der verwendeten Scheiben möglich ist, so dass Transformatoren mit nur relativ geringen Übersetzungsverhältnissen aufgebaut werden können.

Ausserdem wird bei den bekannten Scheibentransformatoren das traditionelle Konstruktionsprinzip angewendet, nämlich den Transformator aus herkömmlichen Kernen aufzubauen und das dort vorhandene Wickelfenster möglichst vollständig mit den Wicklungen auszufüllen. Insbesondere werden die Abstände zwischen den Wicklungen untereinander und insbesondere zwischen diesen und dem Kern niedrig gehalten, um den von der energiezuführenden Primärspule ausgehenden Fluss möglichst vollständig vor der Sekundärspule auszunutzen. Der wesentliche Anteil der Energieübertragung erfolgt über den Kern. Es ist jedoch bekannt, dass hiermit auch Nachteile verbunden sind, die auf den Relaxationseigenschaften des Kernmaterials beruhen. Bei Schalttransformatoren, mit denen z. B. Rechteckimpulse mit hohen Frequenzen übertragen werden sollen, führt dieses zu erheblichen Signalverzerrungen und Phasenverschiebungen.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen Scheibentransformator der in Rede stehenden Art so auszustalten, dass die Energieübertragung mit hohem Wirkungsgrad erfolgt und dass auch bei geschaltetem Transformator die Signalverzerrungen und Phasenverschiebungen selbst bei Rechteckwellen so gering möglich sind.

Diese Aufgabe ist gemäss der Erfindung durch die im kennzeichnenden Teil des Patentanspruches 1 angegebenen Merkmale gelöst.

Bei Transformatoren, insbesondere Leistungstransformatoren, die im Mittel- und Hochfrequenzbereich eingesetzt werden und als Eintakt-, Durchfluss-, Gegentakt- und Brückenwandler verwendet werden, sitzt im Gegensatz zu Transformatoren, die mit Niederfrequenz betrieben werden, drei Parameter dominanter für die Transformatoreigenschaften, nämlich die Kopplungsart und der Kopplungsgrad, der Anteil der Energieübertragung durch den Kernwerkstoff und die Laufzeiten durch die Teilwicklungen mit resultierenden Differentialmagnetfeldern. Erst wenn es möglich ist, diese Parameter gezielt zu variieren, kann ein Transformator für eine spezifische Problemlösung der oben erwähnten Art optimiert werden.

Die wichtigsten Parameter für die Variation des Kopplungsgrades sind die Abstände zwischen Primär- und Sekundärwicklungen und die Gestaltung der Wicklungen. In der klassischen Bauweise von Transformatoren kann der Kopplungsgrad nur in sehr begrenztem Maße variiert werden, weil durch die Formgebung und Abmessung des Wickelfensters keine grosse Variationsmöglichkeit vorhanden ist.

Für die Verlagerung der Energieübertragung aus dem Kern hauptsächlich in die Wicklungen ist die Ummantelung der energiezuführenden Wicklung durch die energieabführenden Wicklungen und der räumliche Abstand der energiezuführenden Wicklungen zum Kern verantwortlich. Durch die Entfernung der energiezuführenden Primärwicklung vom Kern, und zwar sowohl vom Mittelsteg als auch vom Außensteg des Kernes, wird verhindert, dass der grösste Teil des Magnetfeldes aus der Primärspule direkt in den Kern eintritt. Gleichzeitig wird jedoch die energieabführende Sekundärwicklung in Abstand von Primärwicklung gehalten, und zwar in einem solchen Abstand, dass die Windungen der Sekundärwicklung nicht mehr im Bereich des sogenannten Nahmagnetfeldes der Primärwicklung liegen. Hat die Primärwicklung mehrere Windungen, so baut sich um jede Windung ein eigenes Magnetfeld auf, wobei

sich diese Magnetfelder erst in einem ausreichenden Abstand von den Windungen zu einem gleichförmigen Magnetfeld überlagern, wohingegen im Nahbereich starke Unregelmässigkeiten auftreten. Sinn des Auseinanderrückens der Primär- und Sekundärwicklungen ist es somit, die Wicklungen aus den mit Störungen behafteten Nahbereichen zu entfernen und in den Bereich des ungestörten homogenen Magnetfeldes zu legen.

Eine Variation der beiden genannten Abstände kann in relativ weiten Bereichen erfolgen, so dass der Transformator auf die jeweilige Problemlösung optimiert werden kann.

Entscheidend für die Phasenverlaufsbetrachtungen sind die Frequenzen der Anstiegszeiten der Stromänderungen. Diese bewegen sich im Bereich von Nano- bzw. Mikrosekunden. Die physikalischen Zusammenhänge zwischen den Stromlaufzeiten durch die Wicklungen, den daraus resultierenden dynamischen Magnetfeldern, und aus den magnetischen Phasenverschiebungen der induzierten Magnetfelder in den Kernwerkstoffen entstehenden Verzerrungen der Gesamtmagnetfelder führen zu einer neuartigen Gestaltung des Wicklungsaufbaus des Transformatoren, verbunden mit einer neuen Kernformgestaltung. Gemäss der Erfindung wird sozusagen um eine als ideal anzusehende Wicklungsgestaltung die erforderliche Kernform darum herum gestaltet, was den Lösungsgedanken bei herkömmlichen Transformatoren, in einen genormten Kern eine Wicklung "hineinzupressen", diametral entgegensteht.

Eine Anordnung aus einer scheibenförmigen Primärwicklung und zwei oberhalb bzw. unterhalb dieser gelagerten scheibenförmigen Sekundärwicklungen stellt gemeinsam mit einem Kern ein vollständiges Transformatorsystem dar. Diese Bauweise kann bausatzartig erweitert werden: Zur Realisierung besonderer Charakteristiken, z. B. bei der Schweißtechnik, wo besonders niedrige Innenwiderstände erforderlich sind, können mehrere solche Transformatorssysteme auf einem gemeinsamen Kern angeordnet und miteinander verschaltet werden, wobei die verschiedensten Schaltungskombinationen möglich sind. B. die Primärwicklungen seriell und die Sekundärwicklungen parallel zu schalten, die Primärwicklungen parallel und die Sekundärwicklungen ebenfalls parallel zu verschalten usw.

Ein solcher Transformator gemäss der Erfindung weist folgende Vorteile auf: Hohe Kurzschlussleistung, geringe elektromagnetische Abstrahlung, geringer Streufluss, geringer Platzbedarf für den Kern, günstige Wärmeableitung aus dem Inneren des Transformatoren, homogene Feldlinienverteilung zwischen Primär- und Sekundärwicklungen, geringe Koppelkapazitäten zwischen Primär- und Sekundärseite und hohe Spannungsfestigkeit zwischen Primär- und Sekundärseite.

Die Wicklungen können z. B. als Spiralwicklungen aus lackisoliertem Kupferdraht ausgeführt werden, als Spiralen, die aus Kupferplatten geschnitten werden, als offene Ringe mit Schlitten in Stromlaufrichtung oder offene Ringe mit horizontaler Lamellierung. Die Transformatoren werden eingesetzt als Leistungstransformatoren, z. B. in Hartlöt- oder Schweißgeräten, als Leistungstransformatoren für Hochspannung, als Treibertransformatoren für Leistungstransistoren oder als Stromauskoppeltransformatoren.

Weitere Ausgestaltungen der Erfindung gehen aus den Unteransprüchen hervor. Die Erfindung ist in Ausführungsbeispielen anhand der Zeichnung näher erläutert. In dieser stellen dar:

Fig. 1 eine Aufsicht auf einen Scheibentransformator gemäss der Erfindung in einem ersten Ausführungsbeispiel;

Fig. 2 einen Schnitt längs II-II mit einer schematischen Darstellung der Lage der Wicklungen des Transformators;

Fig. 3 eine Aufsicht auf eine auf einer Isolatorplatte aufgebrachte Primärwicklung aus mehreren Drahtwindungen;

Fig. 4 einen Längsschnitt durch die Primärwicklung gemäss Fig. 3;

Fig. 5 eine Detaildarstellung zur Darstellung der Durchführung der Windung durch den Isolator;

Fig. 6 eine Aufsicht auf eine Sekundärwicklung des Transformators;

Fig. 7 eine modifizierte Ausführungsform einer Wicklung für einen Transformator gemäss der Erfindung

Fig. 8 einen Längsschnitt durch die Wicklung in Fig. 7;

Fig. 9 eine Aufsicht auf einen Leistungstransformator in einer zweiten Ausführungsform der Erfindung;

Fig. 10 einen Schnitts längs X-X in Fig. 9 zur schematischen Darstellung der Anordnung der Wicklungen des Transformators und

Fig. 11 ein Schaltbild zur Darstellung der elektrischen Verbindung der Wicklungen des Leistungstransformators.

In Fig. 1 ist ein Scheibentransformator 1 mit einem Kern 2 und einem Wicklungspaket 3 aus einer Primärwicklung 4 und zwei diese umgebenden Sekundärwicklungen 5 dargestellt.

Der Kern 2 ist aus zwei E-Kernteilen 6 und 7 ohne Luftspalt zusammengesetzt, weist somit einen Mittelsteg 8 und zwei Aussenstege 9 auf, wobei sich zwei gleich grosse Wickelfenster 10 jeweils zwischen dem Mittelsteg und den Aussenstegen ergeben.

Die Primärwicklung 4, vgl. die Fig. 3 bis 5, ist eine Drahtwicklung aus einem lackisierten Kupferdraht 11, die auf beide Seiten einer Isolierscheibe 12 aufgebracht ist und dabei eine zentrale Öffnung 13 umläuft durch die im zusammengebauten Zustand des Transformators der Kernmittelsteg 8 hindurchgreift. Der Kupferdraht 11 ist beginnend von dem Aussenrand der Isolierscheibe 12 in einer Spirale nach innen gewickelt und dort bei der zentralen Öffnung 13 durch die Isolierscheibe 12 geführt, wie in Fig. 5 dargestellt, so dass auf der anderen Seite der Isolierscheibe 12 wiederum eine Spiralwicklung in Richtung auf den Aussenumfang der Scheibe 12 gewickelt wird. Der Wicklungssinn auf dieser Seite ist dabei entgegengesetzt zu demjenigen auf der anderen Seite. Auf diese Weise liegen der Eingangsanschluss E 1 der Ausgangsanschluss A der Primärwicklung an deren Aussenrand.

Auf diese Wicklungsanordnung kann noch zu beiden Seiten jeweils eine weitere Isolierscheibe 14 aufgesetzt werden.

Die Sekundärwicklung 5, vgl. Fig. 6, ist ein offener Ring 15 aus einem Kupferblechstreifen mit einer zentralen Öffnung 16 zur Aufnahme des Mittelsteges 8 des Kernes und zwei parallelen Anschlussstücken 17. Die Sekundärelektrode 5 weist Schlitze 18 in Stromlaufrichtung auf, die zur Unterdrückung von Wirbelströmen dienen.

Die Anordnung der Wicklungen ist in Fig. 2 dargestellt. Die Ebene der Primärwicklung 4 liegt etwa auf der mittleren Höhe des gesamten Kernes 2. Zwischen dem Innenrand der Primärwicklung und dem Mittelsteg und zwischen deren Aussenrand und dem Aussensteg ist jeweils ein Abstand D1 bzw. D2 belassen, wobei diese Abstände vorzugsweise gleich sind.

Oberhalb und unterhalb der Primärwicklung 4 ist jeweils ein Abstandsring 21 aus Isolatormaterial angeordnet, an den sich dann jeweils eine Sekundärwicklung 5 entsprechend Fig. 6 anschliesst, wobei die Sekundärwicklungen 5 jeweils von Isolatorscheiben 22 umgeben sind. Auch zwischen dem Innenrand der Sekundärwicklung 5 und dem Mittelsteg 8 des Kernes 2 sowie zwischen dem Außenrand der Sekundärwicklung 5 und dem Außensteg 9 des Kernes sind Abstände D3 bzw. D4 belassen, die wieder vorzugsweise gleich sind und dem Abstand D1 etwa entsprechen.

Zwischen oberer und unterer Isolatorscheibe 22 und dem oberen bzw. unteren Rand des Wickelfensters sind jeweils Abstandskörper 23 gelegen, die das gesamte Wicklungspaket 3 in seiner Lage in dem Kern fixieren.

Es ist selbstverständlich, dass die Fig. 2 nicht massstabsgerecht ist und lediglich die Anordnung der Wicklungen erläutern soll. So sind z. B. die Isolatorscheiben 22 Glimmerscheiben mit etwa 200 Mikrometer Dicke, die direkt an den Kupferplatten der Sekundärwicklungen anliegen. Die Abstandskörper 21 zwischen Primär- und Sekundärwicklungen haben eine Dicke, die etwa im Bereich der Wicklungsdicke von Primär- bzw. Sekundärwicklung liegt, im allgemeinen im Bereich von 1 bis 4 Millimeter je nach Anwendung. Die erwähnten Abstände D1 bis D4 zwischen den Wicklungen und dem Kern liegen im Bereich von 5 bis 40% der Wicklungsbreite oder 8 bis 25% der Breite des Wicklungsfensters. Die Wicklungen nehmen dabei weniger als 95% der Breite des Wickelfensters 10 ein, vorzugsweise etwa 60% bis 80%. Selbstverständlich ist es möglich, bei diesem Transformator separate Abstandskörper zwischen den Stegen des Kernes und den Wicklungen vorzusehen, mit denen die Abstände D1 bis D4 eingehalten werden. Ebenso ist die Ausgestaltung der Wicklungen modifizierbar und an die jeweilige Anwendung anpassbar. Sowohl Primär- als auch Sekundärwicklungen können jede beliebige Gestalt als Drahtwicklungen oder Streifenwicklungen einnehmen, je nach dem gewünschten Übertragungsverhältnis und den geforderten zu übertragenden Leistungen. In jedem Falle ist die energiezuführende Wicklung an den beiden Stirnflächen durch Sekundärwicklungspakete in gleicher oder modifizierter Bauweise abgedeckt. Der Abstand zwischen den Wicklungen ist durch Verschieben längs des Kernsteges zu optimieren, um damit den optimalen Kopplungsgrad zwischen den Wicklungen einzustellen. Ebenso können die Abstände zwischen Kern und Wicklungsrändern optimal eingestellt werden. Der Kern, der die Wicklungsanordnung wie in einem klassischen Transformator umgibt, wird aus einzelnen Elementen so zusammengesetzt, dass er die minimalsten räumlichen Abmessungen erreicht. Er kann z. B. aus Ferritstäben und/oder U- oder E-Kernen zusammengesetzt werden, so dass sich jeweils ein geschlossener magnetischer Kreis ergibt.

In den Fig. 7 und 8 ist eine modifizierte Wicklung, hier eine Primärwicklung 4 min dargestellt, die ähnlich aufgebaut ist wie die Primärwicklung entsprechend den Fig. 3 bis 5. Die Wicklung ist in diesem Falle an beiden Seiten einer Isolatorscheibe 22 mit einer zentralen Öffnung 13 aus einem Folienstreifen 31 in drei Windungen aufgebracht, wobei ausgehend von dem Eingangsanschluss E der Wicklung der Folienstreifen von aussen nach innen gewickelt, im Bereich der zentralen Öffnung dann durchkontaktiert und auf der Gegenseite im Gegenwicklungssinn bis zu dem Ausgangsanschluss A am Rand der Wicklung geführt wird. Selbstverständlich können in dieser Weise auch Sekundärwicklungen ausgebildet werden.

Der in den Fig. 9 und 10 dargestellte Transformator 1 min kann als Leistungs-Ausgangstransformator für eine Hartlötvorrichtung, beispielsweise zum Löten von Kupferrohren verwendet werden. Der Kern 40 ist aus vier geschlossenen ringförmigen 0-Teilkernen 41 aufgebaut, die ihrerseits aus zwei U-Kernen 42 und Kernstäben 43 zusammengesetzt sind; vgl. Fig. 10. Die Wicklungsanordnung besteht aus zwei Transformatorssystemen S1 und S2, die jeweils gleich aufgebaut sind. Das System S1 weist mittig zwei aneinander liegende Primärwicklungen 4-1 und 4-2 auf, die zu beiden Seiten, durch Abstandsringe 21 getrennt, von je zwei Sekundärwicklungen 5-1 und 5-2 bzw. 5-3 und 5-4 abgedeckt sind. Das Transformatorssystem S2 ist entsprechend aus zwei Primärwicklungen 4-3 und 4-4 sowie zwei Gruppen von Sekundärwicklungen 5-5, 5-6 und 5-7, 5-8 aufgebaut.

Wie aus Fig. 11 hervorgeht, sind die Primärwicklungen 4-1 und 4-2 ebenso wie die Primärwicklungen 4 und 4-4 in Serie geschaltet. Die Wicklungspaare ihrerseits sind parallel geschaltet. Die Eingangsspannung UE liegt zwischen den Wicklungsanfängen der Wicklungen 4-1 und 4-3 und den Wicklungsausgängen der Wicklungen 4-2 und 4-4. Sekundärseitig sind sämtliche Wicklungen 5-1 bis 5-8 parallel geschaltet, die Ausgangsspannung UA liegt entsprechend zwischen den gemeinsamen Wicklungseingängen und Wicklungsausgängen.

Dieser Transformator wurde in einem Handgerät einer Hartlötvorrichtung zum Löten von Kupferrohren bei Frequenz zwischen 20 und 50 kHz bei Stromtransformationen mit Transformationsfaktoren zwischen 50 und 100 eingesetzt. Bei einem Gewicht von knapp einem Kilo lieferte er Ausgangsleistungen bis 5 kW bei Strömen bis 1000 A. Die Abstände D1 bis D4 liegen im Millimeterbereich, die Dicke der Abstandskörper 21 beträgt etwa 2 mm. Der Transformator zeichnet sich durch kleine Abmessungen, kleines Volumen, kleines Gewicht und robuste mechanische Ausführung bei kostengünstiger Herstellung aus.

Data supplied from the *esp@cenet* database - Worldwide

Claims of DE4022243

[Translate this text](#)

1. Leistungstransformator mit einem einen Mittel- und Aussensteg aufweisenden Kern und mit zumindest einer energiezuführend Primärwicklung und einer energieabführenden Sekundärwicklung, die jeweils als ebene Scheiben ausgebildet sind, wobei die Scheiben eine zentrale Öffnung aufweisen, um die die Wicklung verläuft und durch die der Kernmittelsteg hindurchgreift (Scheibentransformator), dadurch gekennzeichnet, dass die energiezuführende Primärwicklung (4) von energieabführenden Sekundärwicklungen (5) beidseitig abgedeckt ist, dass zwischen dem Innen- und Aussenrand der Wicklungen (4, 5) jeweils ein Abstand (D1 bis D4) zum Mittel- bzw. Aussensteg (8, 9) des Kerns (2, 40) eingehalten ist, dass ferner zwischen Primär- und Sekundärwicklungen ebenfalls ein Abstand (Abstandskörper 21) eingehalten ist, und dass die Abstände so bemessen sind, dass der Hauptanteil der Energie über die Wicklungen (4, 5) und nur ein geringer verbleibender Restanteil über den Kern (2, 40) übertragen wird.
2. Scheibentransformator nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass mehrere Wicklungsanordnungen (S1, S2) aus zumindest jeweils einer Primärwicklung (4-1 bis 4-4) und zwei diese beidseitig abdeckende Sekundärwicklungen (5-1 bis 5-8) auf einem gemeinsamen Kern (40) angeordnet sind.
3. Scheibentransformator nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass eine Wicklung (4) aus einer scheibenförmigen Isolatorplatte (12) mit der zentralen Öffnung (13) und einer die Öffnung (13) umgebende, auf der Isolatorplatte in einer Ebene gewickelten Drahtwicklung (11) aufgebaut ist.
4. Scheibentransformator nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass auf beiden Seiten der Isolatorplatte (12) je eine Drahtwicklung (11) vorgesehen ist, dass die Drahtwicklungen auf unterschiedlichen Seiten entgegengerichteten Wicklungssinn aufweisen, und dass die beiden Drahtwicklungen am Innenrand der Wicklung durch Durchkontaktieren durch die Isolatorplatte (12) elektrisch miteinander verbunden sind, so dass die Anschlüsse (E, A) der Wicklung (4) am Aussenrand der Isolatorplatte (12) gelegen sind.
5. Scheibentransformator nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, dass jede Drahtwicklung nur eine Wicklungsebene aufweist.

6. Scheibentransformator nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass eine Wicklung (5) einen flachen Metallstreifen (15, 31) aufweist, der in seiner Ebene in Spiralenform gewickelt ist.
7. Scheibentransformator nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass der Streifen (15) in Stromführungsrichtung geschlitzt ist (bei 18).
8. Scheibentransformator nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, dass der Metallstreifen (15) die Form eines offenen Ringes gebracht ist und an seinen offenen Enden Anschlusslaschen (17) aufweist.
9. Scheibentransformator nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Abstand (D1, D3) vom Innenrand der Wicklungen (4, 5) zum Mittelsteg (8) des Kernes (2) gleich dem Abstand (D2, D4) vom Außenrand der Wicklungen (4, 5) zum Außensteg (9) des Kernes (4) ist.
10. Scheibentransformator nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass der Abstand (D1 bis D4) zwischen den Rändern der Wicklungen (4, 5) und den Stegen (8, 9) des Kernes (2) 5% bis 40% der Wicklungsbreite beträgt.
11. Scheibentransformator nach Anspruch 9 oder 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Wicklungen (4, 5) eine vom Innenrand zum Außenrand gemessene Breite aufweisen, die kleiner als 95% der Breite des Wickelfensters (10) des Kernes, vorzugsweise 60% bis 80% dieses Wertes beträgt.
12. Scheibentransformator nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Abstand (Abstandskörper 21) zwischen den Ebenen der energiezuführenden Primärwicklungen (4) und diesen abdeckenden Sekundärwicklungen (5) so gewählt ist, dass die Sekundärwicklungen (5) ausserhalb des mit Unregelmässigkeiten behafteten Nahmagnetfeldes im Bereich des gleichmässigen Fernmagnetfeldes der Primärwicklung (4) liegen.
13. Scheibentransformator nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Kern (40) aus zumindest zwei, jeweils eine geschlossene Schleife bildenden Teilkernen (O-Teilkerne 41) zusammengesetzt ist, wobei zwei korrespondierende Stege der O-Teilkerne (41) zur Bildung des Kernmittelsteges einander zugewandt sind.
14. Scheibentransformator nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen den Stegen der O-Teilkerne (41) ein Abstand verbleibt.

Data supplied from the *esp@cenet* database - Worldwide



⑯ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

Offenlegungsschrift

⑯ DE 40 22 243 A 1

⑯ Int. Cl. 5:
H 01 F 27/28

DE 40 22 243 A 1

⑯ Aktenzeichen: P 40 22 243.8
⑯ Anmeldetag: 12. 7. 90
⑯ Offenlegungstag: 23. 1. 92

⑯ Anmelder:
Sikora, Gernot, 8093 Rott, DE

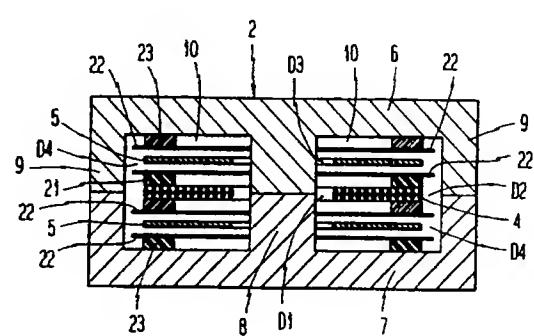
⑯ Erfinder:
gleich Anmelder

⑯ Vertreter:
Haft, U., Dipl.-Phys., 8000 München; Berngruber, O.,
Dipl.-Chem. Dr.rer.nat., 8232 Bayerisch Gmain;
Czybulka, U., Dipl.-Phys., Pat.-Anwälte, 8000
München

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑯ Scheibentransformator

⑯ Die Erfindung bezieht sich auf einen Leistungstransformator, und zwar einen Scheibentransformator (1, 1') mit einem Kern (2, 40), der einen Mittelsteg (8) und einen Außensteg aufweist. Der Transformator weist zumindest je eine energiezuführende Primärwicklung (4) und eine energieabführende Sekundärwicklung (5) jeweils in Scheibenform auf, wobei die Scheiben jeweils eine zentrale Öffnung (13, 16) aufweisen, um die die Wicklung verläuft und durch die der Kernmittelsteg (8) hindurchgreift. Um den Transformator an eine Vielfalt von Anwendungen anzupassen und einen hohen Wirkungsgrad auch bei hohen Schaltfrequenzen zu erreichen, wird vorgeschlagen, daß die energiezuführende Primärwicklung (4) von energieabführenden Sekundärwicklungen (5) beidseitig abgedeckt ist. Ferner ist zwischen dem Innen- und Außenrand der Wicklung jeweils ein Abstand (D1 bis D4) zum Mittel- bzw. Außensteg (8, 9) des Kernes eingehalten, ebenso zwischen Primär- und Sekundärwicklungen (4, 5), wobei diese Abstände so eingestellt sind, daß der Hauptanteil der Energie über die Wicklungen (4, 5) übertragen wird.



DE 40 22 243 A 1

Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf einen Scheibentransformator gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruches 1.

Aus der Zeitschrift Electronique de Puissance/Power Electronics, Nr. 31, Seiten 46 bis 53, ist ein derartiger Scheibentransformator bekannt, der für die Übertragung von hohen Leistungen bis zu 2 kW bei Mittelfrequenzen im Bereich zwischen 20 bis 300 kHz und sogar bis 1000 kHz geeignet ist. Bei diesem bekannten Transformator sind sämtliche Wicklungen offene Ringe aus Kupferblechstreifen; Drahtwicklungen werden überhaupt nicht eingesetzt. Eine Begrenzung dieser Transformatoren ist darin zu sehen, daß im allgemeinen nur eine geringe Anzahl von Wicklungen entsprechend der Anzahl der verwendeten Scheiben möglich ist, so daß Transformatoren mit nur relativ geringen Übersetzungsverhältnissen aufgebaut werden können.

Außerdem wird bei den bekannten Scheibentransformatoren das traditionelle Konstruktionsprinzip angewendet, nämlich den Transformator aus herkömmlichen Kernen aufzubauen und das dort vorhandene Wickelfenster möglichst vollständig mit den Wicklungen auszufüllen. Insbesondere werden die Abstände zwischen den Wicklungen untereinander und insbesondere zwischen diesen und dem Kern niedrig gehalten, um den von der energiezuführenden Primärspule ausgehenden Fluß möglichst vollständig von der Sekundärspule auszunutzen. Der wesentliche Anteil der Energieübertragung erfolgt über den Kern. Es ist jedoch bekannt, daß hiermit auch Nachteile verbunden sind, die auf den Relaxationseigenschaften des Kernmaterials beruhen. Bei Schalttransformatoren, mit denen z. B. Rechteckimpulse mit hohen Frequenzen übertragen werden sollen, führt dieses zu erheblichen Signalverzerrungen und Phasenverschiebungen.

Der Erfundung liegt die Aufgabe zugrunde, einen Scheibentransformator der in Rede stehenden Art so auszustalten, daß die Energieübertragung mit hohem Wirkungsgrad erfolgt und daß auch bei geschaltetem Transformator die Signalverzerrungen und Phasenverschiebungen selbst bei Rechteckwellen so gering wie möglich sind.

Diese Aufgabe ist gemäß der Erfundung durch die im kennzeichnenden Teil des Patentanspruches 1 angegebenen Merkmale gelöst.

Bei Transformatoren, insbesondere Leistungstransformatoren, die im Mittel- und Hochfrequenzbereich eingesetzt werden und als Eintakt-, Durchfluß-, Gegenakt- und Brückewandler verwendet werden, sind im Gegensatz zu Transformatoren, die mit Niederfrequenz betrieben werden, drei Parameter dominierend für die Transformatoreigenschaften, nämlich die Kopplungsart und der Kopplungsgrad, der Anteil der Energieübertragung durch den Kernwerkstoff und die Laufzeiten durch die Teilwicklungen mit resultierenden Differentialmagnetfeldern. Erst wenn es möglich ist, diese Parameter gezielt zu variieren, kann ein Transformator für eine spezifische Problemlösung der oben erwähnten Art optimiert werden.

Die wichtigsten Parameter für die Variation des Kopplungsgrades sind die Abstände zwischen Primär- und Sekundärwicklungen und die Gestaltung der Wicklungen. In der klassischen Bauweise von Transformatoren kann der Kopplungsgrad nur in sehr begrenztem Maße variiert werden, weil durch die Formgebung und Abmessung des Wickelfensters keine große Variations-

möglichkeit vorhanden ist.

Für die Verlagerung der Energieübertragung aus dem Kern hauptsächlich in die Wicklungen ist die Ummantelung der energiezuführenden Wicklung durch die 5 energieabführenden Wicklungen und der räumliche Abstand der energiezuführenden Wicklungen zum Kern verantwortlich. Durch die Entfernung der energiezuführenden Primärwicklung vom Kern, und zwar sowohl vom Mittelsteg als auch vom Außensteg des Kernes, 10 wird verhindert, daß der größte Teil des Magnetfeldes aus der Primärspule direkt in den Kern eintritt. Gleichzeitig wird jedoch die energieabführende Sekundärwicklung in Abstand von der Primärwicklung gehalten, und zwar in einem solchen Abstand, daß die Windungen 15 der Sekundärwicklung nicht mehr im Bereich des sogenannten Nahmagnetfeldes der Primärwicklung liegen. Hat die Primärwicklung mehrere Windungen, so baut sich um jede Windung ein eigenes Magnetfeld auf, wobei sich diese Magnetfelder erst in einem ausreichenden 20 Abstand von den Windungen zu einem gleichförmigen Magnetfeld überlagern, wohingegen im Nahbereich starke Unregelmäßigkeiten auftreten. Sinn des Auseinanderrückens der Primär- und Sekundärwicklungen ist es somit, die Wicklungen aus den mit Störungen behafteten Nahbereichen zu entfernen und in den Bereich des 25 ungestörten homogenen Magnetfeldes zu legen.

Eine Variation der beiden genannten Abstände kann in relativ weiten Bereichen erfolgen, so daß der Transformator auf die jeweilige Problemlösung optimiert 30 werden kann.

Entscheidend für die Phasenverlaufsbetrachtungen sind die Frequenzen der Anstiegszeiten der Stromänderungen. Diese bewegen sich im Bereich von Nano- bzw. Mikrosekunden. Die physikalischen Zusammenhänge 35 zwischen den Stromlaufzeiten durch die Wicklungen, den daraus resultierenden dynamischen Magnetfeldern, und aus den magnetischen Phasenverschiebungen der induzierten Magnetfelder in den Kernwerkstoffen entstehenden Verzerrungen der Gesamtmagnetfelder führen 40 zu einer neuartigen Gestaltung des Wicklungsaufbaus des Transformators, verbunden mit einer neuen Kernformgestaltung. Gemäß der Erfundung wird sozusagen um eine als ideal anzusehende Wicklungsgestaltung die erforderliche Kernform darum herum gestaltet, was den Lösungsgedanken bei herkömmlichen Transformatoren, in einen genormten Kern eine Wicklung 45 "hineinzupressen", diametral entgegensteht.

Eine Anordnung aus einer scheibenförmigen Primärwicklung und zwei oberhalb bzw. unterhalb dieser gelagerten scheibenförmigen Sekundärwicklungen stellt gemeinsam mit einem Kern ein vollständiges Transformatorssystem dar. Diese Bauweise kann bausatzartig erweitert werden: Zur Realisierung besonderer Charakteristiken, z. B. bei der Schweißtechnik, wo besonders niedrige Innenwiderstände erforderlich sind, können mehrere solche Transformatorssysteme auf einem gemeinsamen Kern angeordnet und miteinander verschaltet werden, wobei die verschiedensten Schaltungskombinationen möglich sind, z. B. die Primärwicklungen seriell und die Sekundärwicklungen parallel zu schalten, die Primärwicklungen parallel und die Sekundärwicklungen ebenfalls parallel zu verschalten usw.

Ein solcher Transformator gemäß der Erfundung weist folgende Vorteile auf: Hohe Kurzschlußleistung, 55 geringe elektromagnetische Abstrahlung, geringer Streufluß, geringer Platzbedarf für den Kern, günstige Wärmeableitung aus dem Inneren des Transformators, homogene Feldlinienverteilung zwischen Primär- und

Sekundärwicklungen, geringe Koppelkapazitäten zwischen Primär- und Sekundärseite und hohe Spannungsfestigkeit zwischen Primär- und Sekundärseite.

Die Wicklungen können z. B. als Spiralwicklungen aus lackisiertem Kupferdraht ausgeführt werden, als Spiralen, die aus Kupferplatten geschnitten werden, als offene Ringe mit Schlitzten in Stromlaufrichtung oder offene Ringe mit horizontaler Lamellierung. Die Transformatoren werden eingesetzt als Leistungstransformatoren, z. B. in Hartlot- oder Schweißgeräten, als Leistungstransformatoren für Hochspannung, als Treibertransformatoren für Leistungstransistoren oder als Stromauskoppeltransformatoren.

Weitere Ausgestaltungen der Erfindung gehen aus den Unteransprüchen hervor. Die Erfindung ist in Ausführungsbeispielen anhand der Zeichnung näher erläutert. In dieser stellen dar:

Fig. 1 eine Aufsicht auf einen Scheibentransformator gemäß der Erfindung in einem ersten Ausführungsbeispiel;

Fig. 2 einen Schnitt längs II-II mit einer schematischen Darstellung der Lage der Wicklungen des Transformatoren;

Fig. 3 eine Aufsicht auf eine auf einer Isolatorplatte aufgebrachte Primärwicklung aus mehreren Drahtwindungen;

Fig. 4 einen Längsschnitt durch die Primärwicklung gemäß Fig. 3;

Fig. 5 eine Detaildarstellung zur Darstellung der Durchführung der Windung durch den Isolator;

Fig. 6 eine Aufsicht auf eine Sekundärwicklung des Transformators;

Fig. 7 eine modifizierte Ausführungsform einer Wicklung für einen Transformator gemäß der Erfindung;

Fig. 8 einen Längsschnitt durch die Wicklung in Fig. 7;

Fig. 9 eine Aufsicht auf einen Leistungstransformator in einer zweiten Ausführungsform der Erfindung;

Fig. 10 einen Schnitt längs X-X in Fig. 9 zur schematischen Darstellung der Anordnung der Wicklungen des Transformators und

Fig. 11 ein Schaltbild zur Darstellung der elektrischen Verbindung der Wicklungen des Leistungstransformators.

In Fig. 1 ist ein Scheibentransformator 1 mit einem Kern 2 und einem Wicklungspaket 3 aus einer Primärwicklung 4 und zwei diese umgebenden Sekundärwicklungen 5 dargestellt.

Der Kern 2 ist aus zwei E-Kernteilen 6 und 7 ohne Luftspalt zusammengesetzt, weist somit einen Mittelsteg 8 und zwei Außenstege 9 auf, wobei sich zwei gleich große Wickelfenster 10 jeweils zwischen dem Mittelsteg und den Außenstegen ergeben.

Die Primärwicklung 4, vgl. die Fig. 3 bis 5, ist eine Drahtwicklung aus einem lackisierten Kupferdraht 11, die auf beide Seiten einer Isolierscheibe 12 aufgebracht ist und dabei eine zentrale Öffnung 13 umläuft, durch die im zusammengebauten Zustand des Transformatoren der Kernmittelsteg 8 hindurchgreift. Der Kupferdraht 11 ist beginnend von dem Außenrand der Isolierscheibe 12 in einer Spirale nach innen gewickelt und dort bei der zentralen Öffnung 13 durch die Isolierscheibe 12 geführt, wie in Fig. 5 dargestellt, so daß auf der anderen Seite der Isolierscheibe 12 wiederum eine Spiralwicklung in Richtung auf den Außenumfang der Scheibe 12 gewickelt wird. Der Wicklungssinn auf dieser Seite ist dabei entgegengesetzt zu demjenigen auf der anderen Seite. Auf diese Weise liegen der Eingangsanschluß E

und der Ausgangsanschluß A der Primärwicklung an deren Außenrand.

Auf diese Wicklungsanordnung kann noch zu beiden Seiten jeweils eine weitere Isolierscheibe 14 aufgesetzt werden.

Die Sekundärwicklung 5, vgl. Fig. 6, ist ein offener Ring 15 aus einem Kupferblechstreifen mit einer zentralen Öffnung 16 zur Aufnahme des Mittelsteges 8 des Kernes und zwei parallelen Anschlußstücken 17. Die Sekundärelektrode 5 weist Schlitze 18 in Stromlaufrichtung auf, die zur Unterdrückung von Wirbelströmen dienen.

Die Anordnung der Wicklungen ist in Fig. 2 dargestellt. Die Ebene der Primärwicklung 4 liegt etwa auf der mittleren Höhe des gesamten Kernes 2. Zwischen dem Innenrand der Primärwicklung und dem Mittelsteg und zwischen deren Außenrand und dem Außensteg ist jeweils ein Abstand D1 bzw. D2 belassen, wobei diese Abstände vorzugsweise gleich sind.

Oberhalb und unterhalb der Primärwicklung 4 ist jeweils ein Abstandsring 21 aus Isolatormaterial angeordnet, an den sich dann jeweils eine Sekundärwicklung 5 entsprechend Fig. 6 anschließt, wobei die Sekundärwicklungen 5 jeweils von Isolatorscheiben 22 umgeben sind. Auch zwischen dem Innenrand der Sekundärwicklung 5 und dem Mittelsteg 8 des Kernes 2 sowie zwischen dem Außenrand der Sekundärwicklung 5 und dem Außensteg 9 des Kernes 2 sind Abstände D3 bzw. D4 belassen, die wiederum vorzugsweise gleich sind und dem Abstand D1 etwa entsprechen.

Zwischen oberer und unterer Isolatorscheibe 22 und dem oberen bzw. unteren Rand des Wickelfensters 10 sind jeweils Abstandskörper 23 gelegen, die das gesamte Wicklungspaket 3 in seiner Lage in dem Kern 2 fixieren.

Es ist selbstverständlich, daß die Fig. 2 nicht maßstabsgerecht ist und lediglich die Anordnung der Wicklungen erläutern soll. So sind z. B. die Isolatorscheiben 22 Glimmerscheiben mit etwa 200 Mikrometer Dicke, die direkt an den Kupferplatten der Sekundärwicklungen anliegen. Die Abstandskörper 21 zwischen Primär- und Sekundärwicklungen haben eine Dicke, die etwa im Bereich der Wicklungsdicke von Primär- bzw. Sekundärwicklung liegt, im allgemeinen im Bereich von 1 bis 4 Millimeter je nach Anwendung. Die erwähnten Abstände D1 bis D4 zwischen den Wicklungen und dem Kern liegen im Bereich von 5 bis 40% der Wicklungsbreite oder 8 bis 25% der Breite des Wickelfensters. Die Wicklungen nehmen dabei weniger als 95% der Breite des Wickelfensters 10 ein, vorzugsweise etwa 60 bis 80%. Selbstverständlich ist es möglich, bei diesem Transformator separate Abstandskörper zwischen den Stegen des Kernes und den Wicklungen vorzusehen, mit denen die Abstände D1 bis D4 eingehalten werden. Ebenso ist die Ausgestaltung der Wicklungen modifizierbar und an die jeweilige Anwendung anpaßbar. Sowohl Primär- als auch Sekundärwicklungen können jede beliebige Gestalt als Drahtwicklungen oder Streifenwicklungen einnehmen, je nach dem gewünschten Übertragungsverhältnis und den geforderten zu übertragenden Leistungen. In jedem Falle ist die energiezußuhrende Wicklung an den beiden Stirnflächen durch Sekundärwicklungspakete in gleicher oder modifizierter Bauweise abgedeckt. Der Abstand zwischen den Wicklungen ist durch Verschieben längs des Kernsteges zu optimieren, um damit den optimalen Kopplungsgrad zwischen den Wicklungen einzustellen. Ebenso können die Abstände zwischen Kern und Wicklungsrandern op-

timal eingestellt werden. Der Kern, der die Wicklungsanordnung wie in einem klassischen Transistor umgibt, wird aus einzelnen Elementen so zusammengesetzt, daß er die minimalsten räumlichen Abmessungen erreicht. Er kann z. B. aus Ferritstäben und/oder U- oder E-Kernen zusammengesetzt werden, so daß sich jeweils ein geschlossener magnetischer Kreis ergibt.

In den Fig. 7 und 8 ist eine modifizierte Wicklung, hier eine Primärwicklung 4' dargestellt, die ähnlich aufgebaut ist wie die Primärwicklung entsprechend den Fig. 3 bis 5. Die Wicklung ist in diesem Falle auf beiden Seiten einer Isolatorscheibe 22 mit einer zentralen Öffnung 13 aus einem Folienstreifen 31 in drei Windungen aufgebracht, wobei ausgehend von dem Eingangsanschluß E der Wicklung der Folienstreifen von außen nach innen gewickelt, im Bereich der zentralen Öffnung dann durchkontaktiert und auf der Gegenseite im Gegenwicklungssinn bis zu dem Ausgangsanschluß A am Rand der Wicklung geführt wird. Selbstverständlich können in dieser Weise auch Sekundärwicklungen ausgebildet werden.

Der in den Fig. 9 und 10 dargestellte Transistor 1' kann als Leistungs-Ausgangstransistor für eine Hartlötvorrichtung, beispielsweise zum Löten von Kupferrohren verwendet werden. Der Kern 40 ist aus vier geschlossenen ringförmigen 0-Teilkernen 41 aufgebaut, die ihrerseits aus zwei U-Kernen 42 und Kernstäben 43 zusammengesetzt sind; vgl. Fig. 10. Die Wicklungsanordnung besteht aus zwei Transistorssystemen S1 und S2, die jeweils gleich aufgebaut sind. Das System S1 weist mittig zwei aneinander liegende Primärwicklungen 4-1 und 4-2 auf, die zu beiden Seiten, durch Abstandsringe 21 getrennt, von je zwei Sekundärwicklungen 5-1 und 5-2 bzw. 5-3 und 5-4 abgedeckt sind. Das Transistorssystem S2 ist entsprechend aus zwei Primärwicklungen 4-3 und 4-4 sowie zwei Gruppen von Sekundärwicklungen 5-5, 5-6 und 5-7, 5-8 aufgebaut.

Wie aus Fig. 11 hervorgeht, sind die Primärwicklungen 4-1 und 4-2 ebenso wie die Primärwicklungen 4-3 und 4-4 in Serie geschaltet. Die Wicklungspaare ihrerseits sind parallel geschaltet. Die Eingangsspannung UE liegt zwischen den Wicklungsanfängen der Wicklungen 4-1 und 4-3 und den Wicklungsausgängen der Wicklungen 4-2 und 4-4. Sekundärseitig sind sämtliche Wicklungen 5-1 bis 5-8 parallel geschaltet, die Ausgangsspannung UA liegt entsprechend zwischen den gemeinsamen Wicklungseingängen und Wicklungsausgängen.

Dieser Transistor wurde in einem Handgerät einer Hartlötvorrichtung zum Löten von Kupferrohren bei Frequenz zwischen 20 und 50 kHz bei Stromtransformationen mit Transformationsfaktoren zwischen 50 und 100 eingesetzt. Bei einem Gewicht von knapp einem Kilo lieferte er Ausgangsleistungen bis 5 kW bei Strömen bis 1000 A. Die Abstände D1 bis D4 liegen im Millimeterbereich, die Dicke der Abstandskörper 21 beträgt etwa 2 mm. Der Transistor zeichnet sich durch kleine Abmessungen, kleines Volumen, kleines Gewicht und robuste mechanische Ausführung bei kostengünstiger Herstellung aus.

Patentansprüche

1. Leistungstransformator mit einem einen Mittel- und Außensteg aufweisenden Kern und mit zumindest je einer energiezuführenden Primärwicklung und einer energieabführenden Sekundärwicklung, die jeweils als ebene Scheiben ausgebildet sind, wobei die Scheiben eine zentrale Öffnung aufweisen,

um die die Wicklung verläuft und durch die der Kernmittelsteg hindurchgreift (Scheibentransformator), dadurch gekennzeichnet, daß die energiezuführende Primärwicklung (4) von energieabführenden Sekundärwicklungen (5) beidseitig abgedeckt ist, daß zwischen dem Innen- und Außenrand der Wicklungen (4, 5) jeweils ein Abstand (D1 bis D4) zum Mittel- bzw. Außensteg (8, 9) des Kerns (2, 40) eingehalten ist, daß ferner zwischen Primär- und Sekundärwicklungen ebenfalls ein Abstand (Abstandskörper 21) eingehalten ist, und daß die Abstände so bemessen sind, daß der Hauptanteil der Energie über die Wicklungen (4, 5) und nur ein geringer verbleibender Restanteil über den Kern (2, 40) übertragen wird.

2. Scheibentransformator nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß mehrere Wicklungsanordnungen (S1, S2) aus zumindest jeweils einer Primärwicklung (4-1 bis 4-4) und zwei diese beidseitig abdeckenden Sekundärwicklungen (5-1 bis 5-8) auf einem gemeinsamen Kern (40) angeordnet sind.

3. Scheibentransformator nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß eine Wicklung (4) aus einer scheibenförmigen Isolatorplatte (12) mit der zentralen Öffnung (13) und einer die Öffnung (13) umgebende, auf der Isolatorplatte in einer Ebene gewickelten Drahtwicklung (11) aufgebaut ist.

4. Scheibentransformator nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß auf beiden Seiten der Isolatorplatte (12) je eine Drahtwicklung (11) vorgesehen ist, daß die Drahtwicklungen auf unterschiedlichen Seiten entgegengerichteten Wicklungssinn aufweisen, und daß die beiden Drahtwicklungen am Innenrand der Wicklung durch Durchkontaktieren durch die Isolatorplatte (12) elektrisch miteinander verbunden sind, so daß die Anschlüsse (E, A) der Wicklung (4) am Außenrand der Isolatorplatte (12) gelegen sind.

5. Scheibentransformator nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, daß jede Drahtwicklung nur eine Wicklungsebene aufweist.

6. Scheibentransformator nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß eine Wicklung (5) einen flachen Metallstreifen (15, 31) aufweist, der in seiner Ebene in Spiralenform gewickelt ist.

7. Scheibentransformator nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß der Streifen (15) in Stromführungsrichtung geschlitzt ist (bei 18).

8. Scheibentransformator nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, daß der Metallstreifen (15) in die Form eines offenen Ringes gebracht ist und an seinen offenen Enden Anschlußlaschen (17) aufweist.

9. Scheibentransformator nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Abstand (D1, D3) vom Innenrand der Wicklungen (4, 5) zum Mittelsteg (8) des Kerns (2) gleich dem Abstand (D2, D4) vom Außenrand der Wicklungen (4, 5) zum Außensteg (9) des Kerns (4) ist.

10. Scheibentransformator nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß der Abstand (D1 bis D4) zwischen den Rändern der Wicklungen (4, 5) und den Stegen (8, 9) des Kerns (2) 5% bis 40% der Wicklungsbreite beträgt.

11. Scheibentransformator nach Anspruch 9 oder 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Wicklungen (4, 5) eine vom Innenrand zum Außenrand gemessene Breite aufweisen, die kleiner als 95% der Breite des

Wickelfensters (10) des Kernes, vorzugsweise 60%
bis 80% dieses Wertes beträgt.

12. Scheibentransformator nach einem der vorher-
gehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß
der Abstand (Abstandskörper 21) zwischen den 5
Ebenen der energiezuführenden Primärwicklungen
(4) und der diese abdeckenden Sekundärwicklun-
(5) so gewählt ist, daß die Sekundärwicklungen
(5) außerhalb des mit Unregelmäßigkeiten behafte-
ten Nahmagnetfeldes im Bereich des gleichmäßi-
gen Fernmagnetfeldes der Primärwicklung (4) lie-
gen.

13. Scheibentransformator nach einem der vorher-
gehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß
der Kern (40) aus zumindest zwei, jeweils eine ge- 15
schlossene Schleife bildenden Teilkernen (O-Teil-
kerne 41) zusammengesetzt ist, wobei zwei korre-
spondierende Stege der O-Teilkern (41) zur Bil-
dung des Kernmittelsteges einander zugewandt
sind.

14. Scheibentransformator nach Anspruch 13, da-
durch gekennzeichnet, daß zwischen den den Kern-
mittelsteg (8) bildenden Stegen der O-Teilkern (41)
ein Abstand verbleibt.

20

25

Hierzu 5 Seite(n) Zeichnungen

30

35

40

45

50

55

60

65

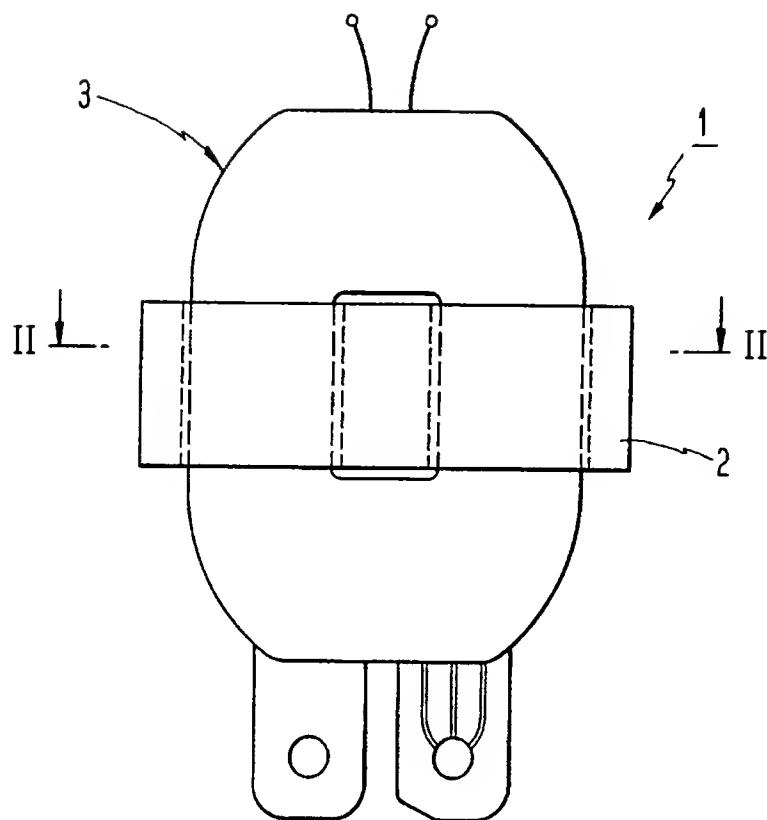


Fig. 1

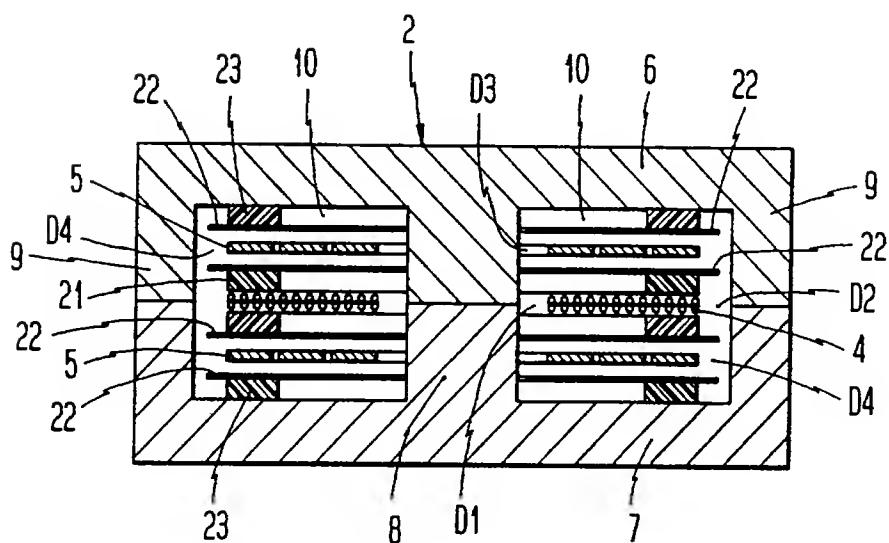
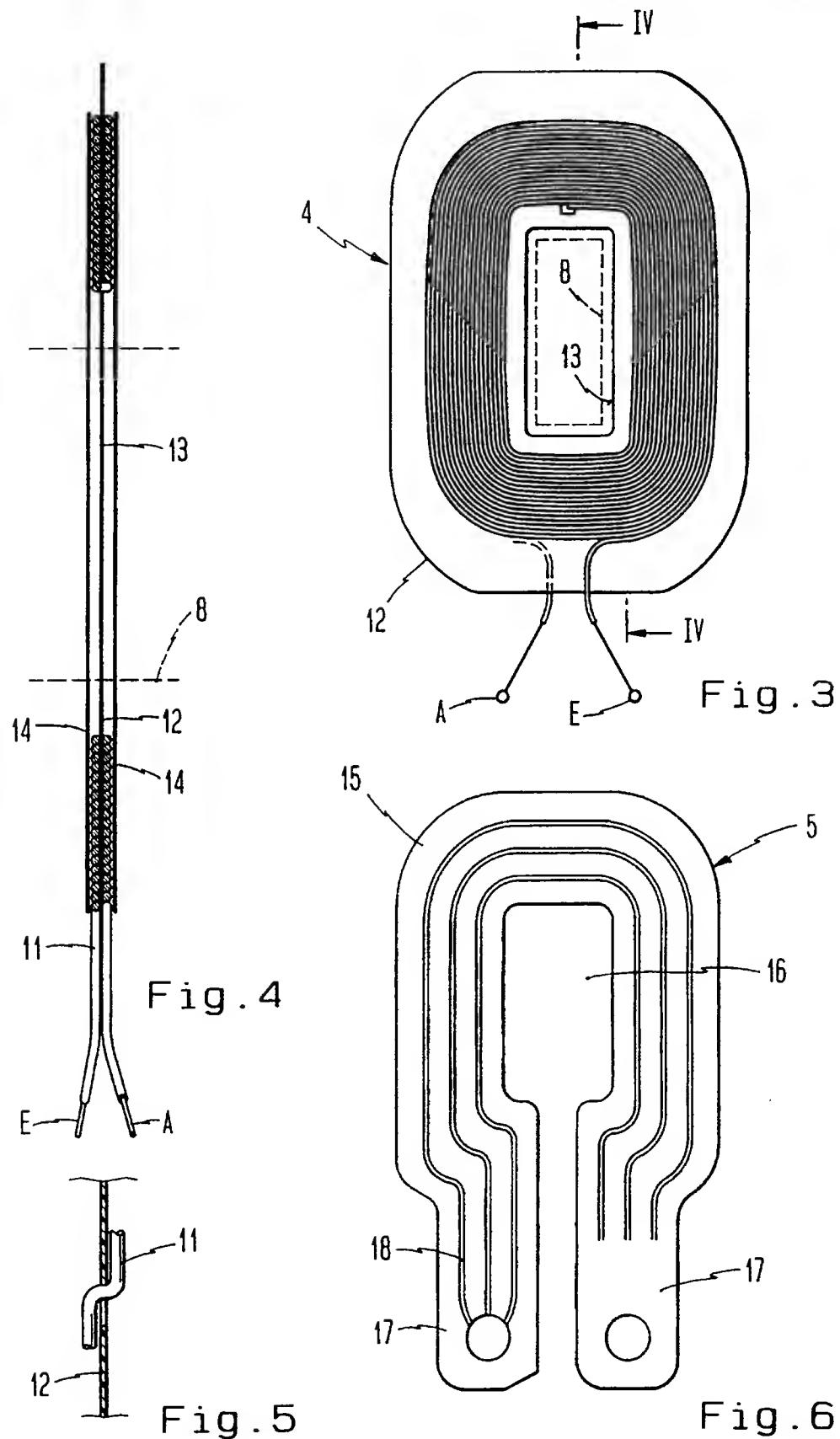


Fig. 2



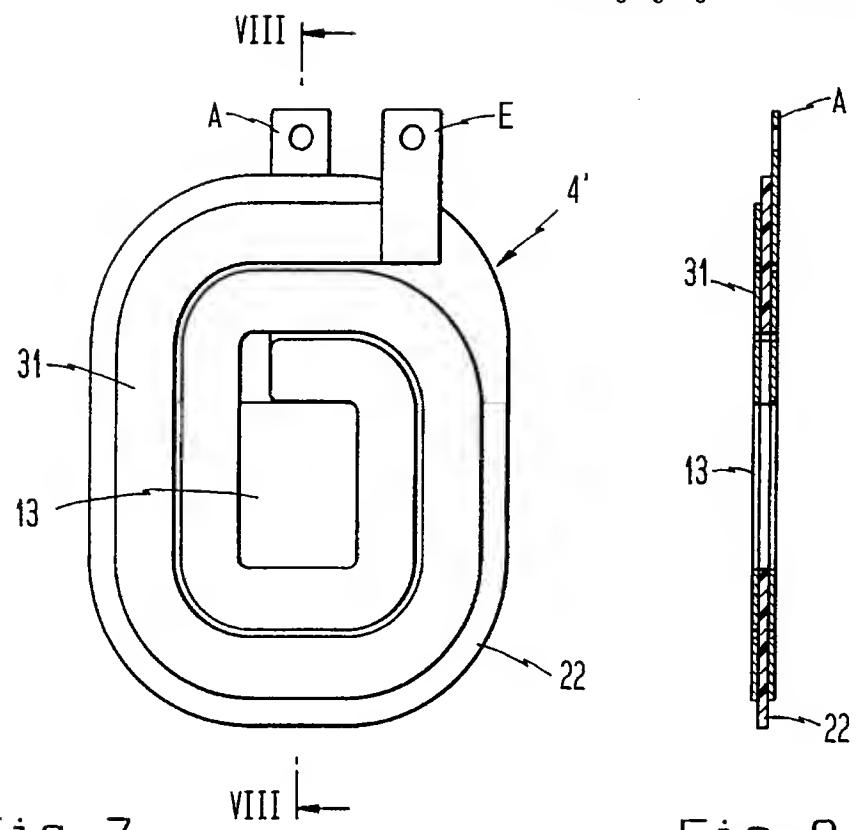


Fig. 7

Fig. 8

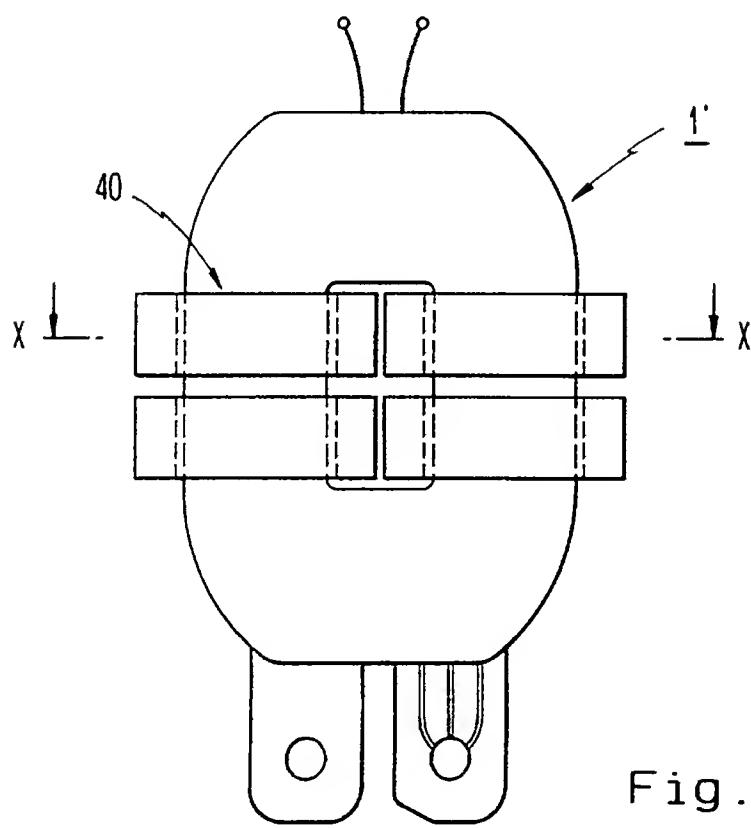


Fig. 9

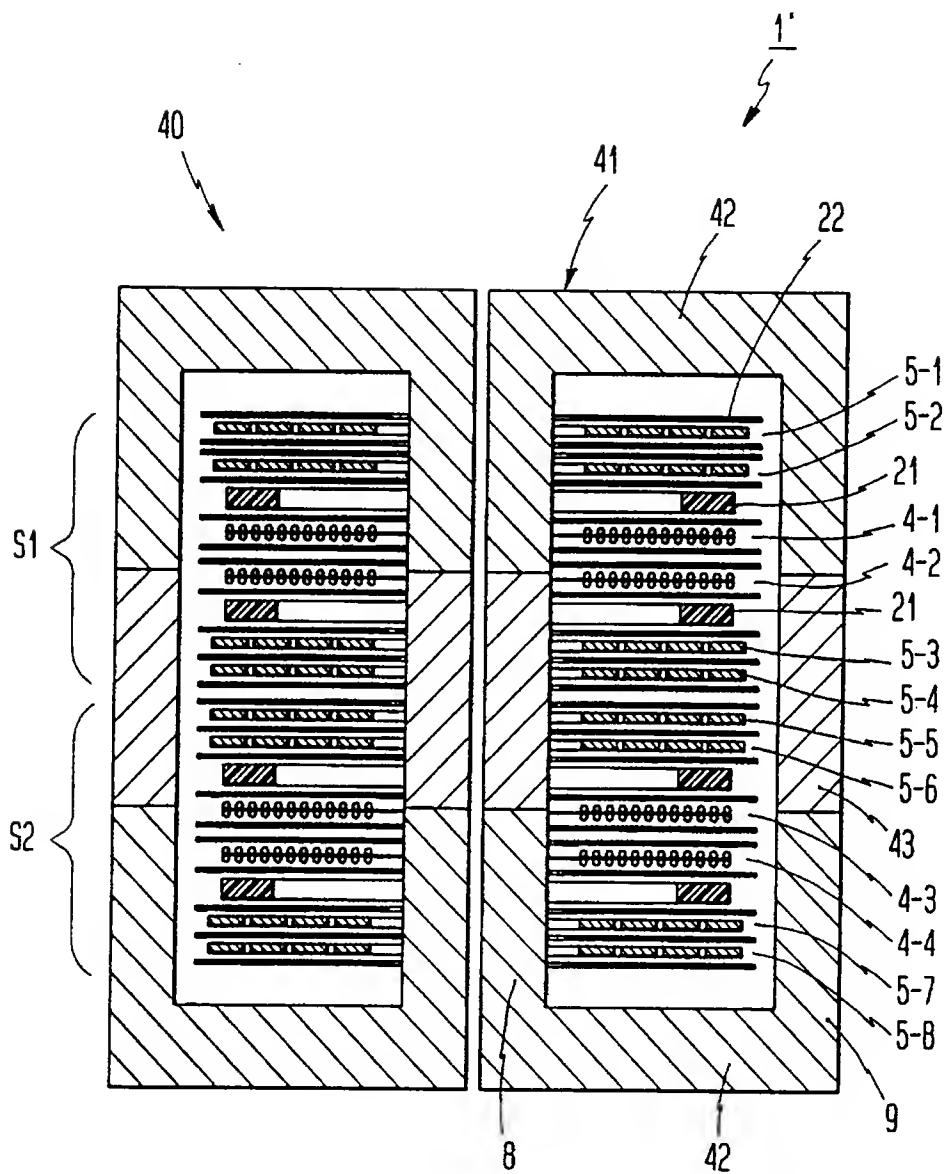


Fig. 10

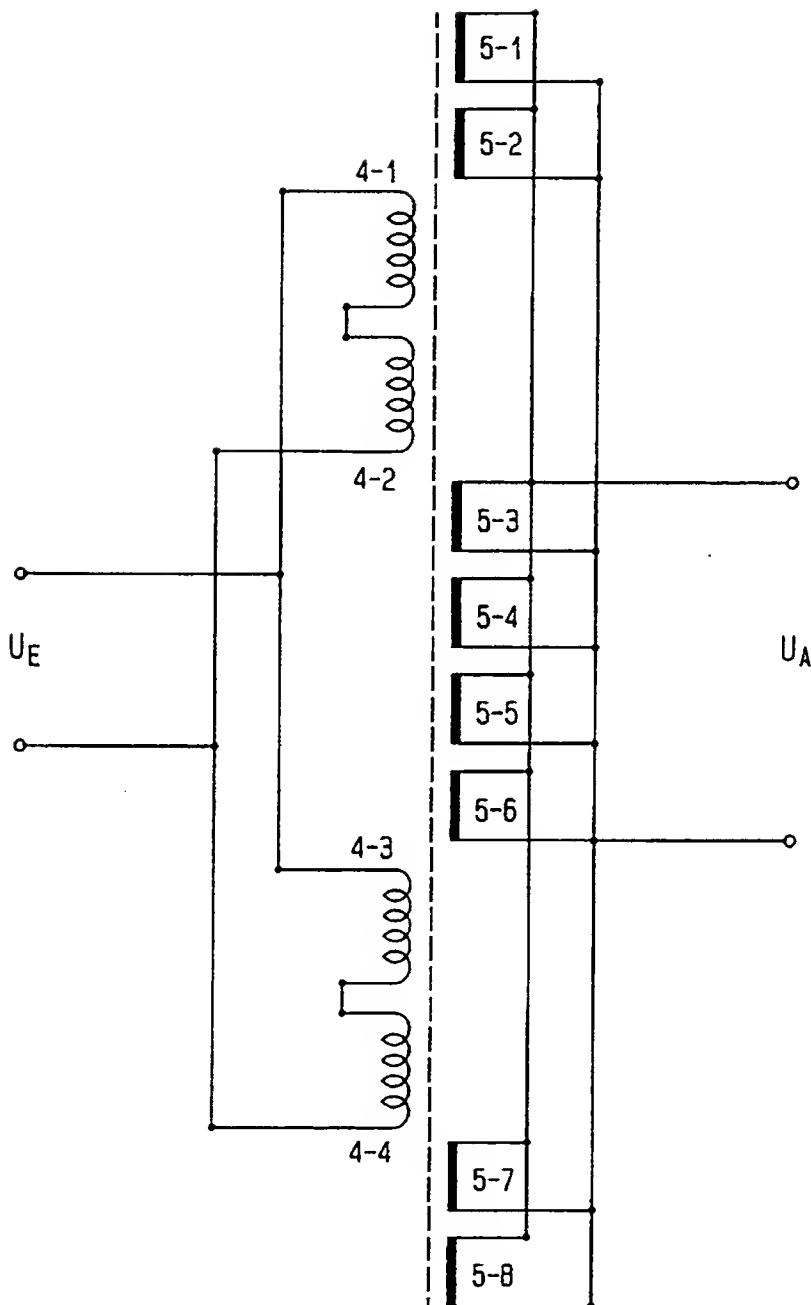


Fig. 11